

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-165238

(43)Date of publication of application : 07.06.2002

(51)Int.Cl.

H04Q 3/52

H04J 14/00

H04J 14/02

H04B 10/02

(21)Application number : 2000-362142

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 29.11.2000

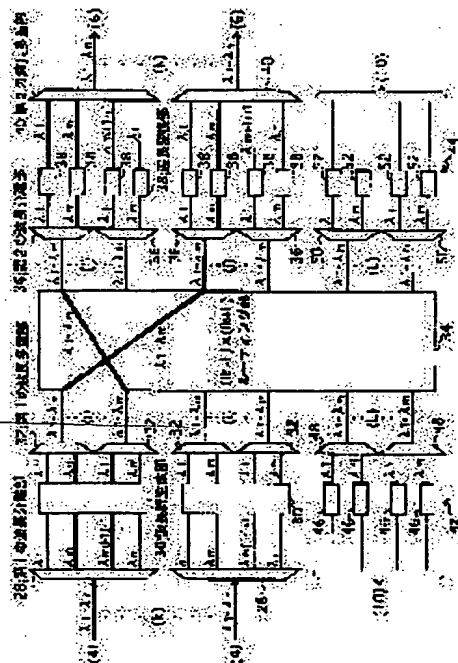
(72)Inventor : NISHI TETSUYA
KUROYANAGI TOMOJI
NAKAJIMA ICHIRO
MAEDA TAKUJI
KATAGIRI TORU

(54) OPTICAL CROSS CONNECTOR AND SYSTEM HAVING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical cross connector and a system having the optical cross connector suited for building a large-scale optical network for coping with the increase in the number of wavelengths.

SOLUTION: The optical cross connector is composed of first wavelength separators 28 for separating each of WDM signal lights into a plurality of optical signals, wavelength group generators 30 for generating wavelength groups from the optical signals supplied from the first wavelength separators, first wavelength multiplexers 32 for outputting WDM wavelength groups from the supplied wavelength groups, a plurality of second wavelength separators for outputting wavelength groups, having a plurality of wavelengths from WDM wavelength groups supplied from routing units and wavelength converters for wavelength-converting optical signals of wavelength groups outputted from the second wavelength separators, and second wavelength multiplexers 40 for wavelength-division multiplexing optical signal outputted from the wavelength converters.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-165238
(P2002-165238A)

(43) 公開日 平成14年6月7日(2002.6.7)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード(参考)

H 0 4 Q 3/52

H 0 4 Q 3/52

C 5 K 0 0 2

H 0 4 J 14/00

H 0 4 B 9/00

E 5 K 0 6 9

14/02

T

H 0 4 B 10/02

H

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2000-362142(P2000-362142)

(22) 出願日 平成12年11月29日(2000.11.29)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 西 哲也

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 黒柳 智司

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100075384

弁理士 松本 昂

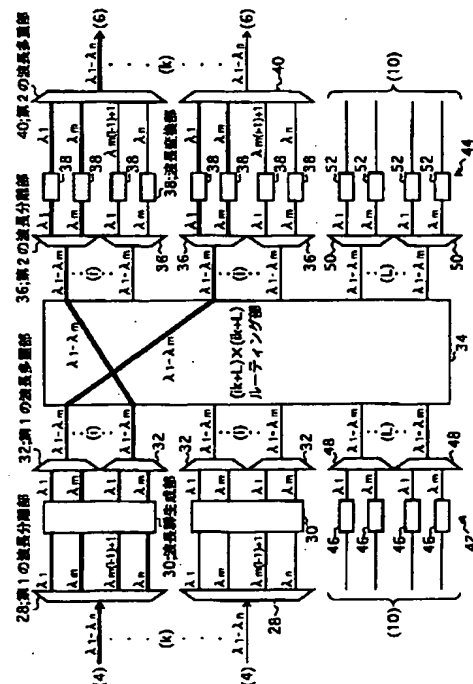
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光クロスコネクタ装置及び該装置を有するシステム

(57) 【要約】

【課題】 本発明は光クロスコネクタ装置及びその装置を備えたシステムに関し、波長数の増加に対応した大規模な光ネットワークを構築するのに適した光クロスコネクタ装置の提供が主な課題である。

【解決手段】 本発明による光クロスコネクタ装置は、各々WDM信号光を複数の光信号に分離する第1の波長分離部28と、各々第1の波長分離部からの光信号を供給されて波長群を生成する波長群生成部30と、各々波長群を供給されてWDM波長群を出力する第1の波長多重部32と、各々ルーティング部からのWDM波長群を供給されて複数の波長を有する波長群を出力する複数の第2の波長分離部と、第2の波長分離部から出力された波長群の各光信号を波長変換する波長変換部と、波長変換部から出力された光信号を波長分割多重する第2の波長多重部40とから構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 k (k は $1 \leq k$ を満たす整数)個の第1の波長分離部であって、その各々は互いに異なる波長を有する n (n は $1 \leq n$ を満たす整数)個の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光を供給されて、 n 個の光信号に分離する第1の波長分離部と、

k 個の波長群生成部であって、その各々は上記各第1の波長分離部から出力された n 個の光信号を供給されて、各々 m (m は $1 \leq m$ を満たす整数)個の複数の対応する波長を有する i (i は $n = im$ を満たす整数)個の波長群を生成する波長群生成部と、

ik 個の第1の波長多重部であって、その各々は上記各波長群生成部から出力された各波長群を供給されて、上記各波長群を波長分割多重してその結果得られたWDM波長群を出力する第1の波長多重部と、

少なくともそれぞれ ik 個の入力ポート及び出力ポートを有し、上記入力及び出力ポート間で上記WDM波長群をルーティングするルーティング部と、

ik 個の第2の波長分離部であって、その各々は上記ルーティング部の各出力ポートから出力された上記WDM波長群を供給されて、 m 個の波長を有する波長群を出力する第2の波長分離部と、

kn 個の波長変換部であって、その各々は上記第2の波長分離部から出力された上記波長群の各光信号を上記WDM信号光に対応するように波長変換する波長変換部と、

k 個の第2の波長多重部であって、その各々は上記波長変換部から出力された n 個の光信号を波長分割多重してその結果得られたWDM信号光を出力する第2の波長多重部とを備えた光クロスコネクタ装置。

【請求項2】 複数の光クロスコネクタ装置を光伝送路で接続してなるシステムであって、

上記光クロスコネクタ装置の少なくともひとつは、

k (k は $1 \leq k$ を満たす整数)個の第1の波長分離部であって、その各々は互いに異なる波長を有する n (n は $1 \leq n$ を満たす整数)個の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光を供給されて、 n 個の光信号に分離する第1の波長分離部と、

k 個の波長群生成部であって、その各々は上記各第1の波長分離部から出力された n 個の光信号を供給されて、各々 m (m は $1 \leq m$ を満たす整数)個の複数の対応する波長を有する i (i は $n = im$ を満たす整数)個の波長群を生成する波長群生成部と、

ik 個の第1の波長多重部であって、その各々は上記各波長群生成部から出力された各波長群を供給されて、上記各波長群を波長分割多重してその結果得られたWDM波長群を出力する第1の波長多重部と、

少なくともそれぞれ ik 個の入力ポート及び出力ポートを有し、上記入力及び出力ポート間で上記WDM波長群をルーティングするルーティング部と、

ik 個の第2の波長分離部であって、その各々は上記ルーティング部の各出力ポートから出力された上記WDM波長群を供給されて、 m 個の波長を有する波長群を出力する第2の波長分離部と、

kn 個の波長変換部であって、その各々は上記第2の波長分離部から出力された上記波長群の各光信号を上記WDM信号光に対応するように波長変換する波長変換部と、

k 個の第2の波長多重部であって、その各々は上記波長変換部から出力された n 個の光信号を波長分割多重してその結果得られたWDM信号光を出力する第2の波長多重部とを備えているシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般的に、光クロスコネクタ装置に関し、特に、WDM (波長分割多重) における波長数の増加に対応した大規模な光ネットワークを構築するのに適した光クロスコネクタ装置及びその装置を備えたシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】情報伝達の高速化及び大容量化に伴い、ネットワーク及び伝送システムの広帯域化及び大容量化が要求されている。その一つの実現手段として、WDM (波長分割多重) をベースとした光ネットワークの構築が望まれている。光ネットワークを構築する上で核となる装置が光クロスコネクタ装置 (光XC) である。

【0003】図1を参照すると、光クロスコネクタ装置及び光ネットワークの構成例が示されている。光クロスコネクタ装置2には、複数の入力側の光伝送路4及び出力側の光伝送路6が接続されている。光クロスコネクタ装置2は、入力側の光伝送路4から供給される波長分割多重された光信号 (波長 λ_1 から λ_n) を波長毎に所望の出力側の光伝送路6にルーティングする装置である。光クロスコネクタ装置間の局間リンクには、長距離伝送の場合、通常、光信号の減衰を補償するための光アンプ8が挿入される。光クロスコネクタ装置2は、局内リンクを介して他の通信装置、例えば電気クロスコネクタ装置 (電気XC) と接続される。そして、これらの装置はネットワーク全体を管理しているオペレーションシステムにより制御される。

【0004】一方、伝送容量の増加に伴い、光ネットワークでは、波長分割多重における波長数が急激に増加してきている。波長数が増加すると、光クロスコネクタ装置に必要な光スイッチの規模が大きくなりすぎ、光クロスコネクタ装置が複雑になりすぎてしまう。このように、波長数の増加に対応した大規模な光ネットワークを構築するのに適した光クロスコネクタ装置が要望されている。

【0005】図2は従来の光クロスコネクタ装置の構成例を示すブロック図である。入力光伝送路4からの波長

分割多重されて入力された光信号は、波長分離部14で各波長毎に分離され、各光信号は第1の波長変換部16に供給される。第1の波長変換部16は、供給された光信号を一端電気信号に変換し、その信号を再生した後、再び所用の波長を有する光信号に変換して光スイッチ18に供給する。光スイッチ18は、供給された光信号を波長毎に所望の出力ポートにルーティングする。ルーティングされた光信号は第2の波長変換部20により伝送路用の波長に変換され、波長多重部22で再び波長分割多重されて出力光伝送路6に出力される。

【0006】図3は従来の他の光クロスコネクタ装置の構成例を示すブロック図である。ここでは、第1及び第2の波長変換部16及び20（図2参照）に代えてそれぞれ時分割信号分離部24及び時分割信号多重部26が用いられ、光スイッチ18に代えて空間スイッチ28が設けられている。一つの波長の伝送速度が大きい場合（例えば40Gb/s）、これを時分割信号分離部24により例えば低次の10Gb/sの電気信号に分割して、これを空間スイッチ28に供給するようにする。そして、空間スイッチ28から出力された信号を時分割信号多重部26により再び時分割多重するとともに光信号に変換し、これを波長多重部22により波長分割多重するものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】図2及び図3により説明した従来技術では、大容量な光クロスコネクタ装置を構成しようとする場合、大規模な光スイッチや空間スイッチ（空間スイッチは電気スイッチ又は光スイッチにより構成される）が必要となり、現状のスイッチング技術では装置の小型化が困難である。また、特に、図2に示される構成では、第1及び第2の波長変換部16及び20の各々において光/電気変換及び電気/光変換が必要になるので、波長毎にこれらの変換装置を予め用意しておくのは甚だ効率が悪い。

【0008】よって、本発明の目的は、波長数の増加に対応した大規模な光ネットワークを構築するのに適した光クロスコネクタ装置及びその装置を備えたシステムを提供することである。本発明の他の目的は以下の説明から明らかになる。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の側面によると、光コネクタ装置が提供される。この装置は、 k （ k は $1 \leq k$ を満たす整数）個の第1の波長分離部であって、その各々は互いに異なる波長を有する n （ n は $1 \leq n$ を満たす整数）個の光信号を波長分割多重してなるWDM信号光を供給されて、 n 個の光信号に分離する第1の波長分離部と、 k 個の波長群生成部であって、その各々は上記各第1の波長分離部から出力された n 個の光信号を供給されて、各々 m （ m は $1 \leq m$ を満たす整数）個の複数の対応する波長を有する i （ i は $n = im$ を満

たす整数）個の波長群を生成する波長群生成部と、 ik 個の第1の波長多重部であって、その各々は上記各波長群生成部から出力された各波長群を供給されて、上記各波長群を波長分割多重してその結果得られたWDM波長群を出力する第1の波長多重部と、少なくともそれぞれ ik 個の入力ポート及び出力ポートを有し、上記入力及び出力ポート間で上記WDM波長群をルーティングするルーティング部と、 ik 個の第2の波長分離部であって、その各々は上記ルーティング部の各出力ポートから出力された上記WDM波長群を供給されて、 m 個の波長を有する波長群を出力する第2の波長分離部と、 kn 個の波長変換部であって、その各々は上記第2の波長分離部から出力された上記波長群の各光信号を上記WDM信号光に対応するように波長変換する波長変換部と、 k 個の第2の波長多重部であって、その各々は上記波長変換部から出力された n 個の光信号を波長分割多重してその結果得られたWDM信号光を出力する第2の波長多重部とを備えている。

【0010】本発明の他の側面によると、大規模な光ネットワークを構築するのに適したシステムが提供される。このシステムは、複数の光クロスコネクタ装置を光伝送路で接続して構成される。光クロスコネクタ装置の少なくとも一つは、本発明による光コネクタ装置である。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の望ましい実施の形態を詳細に説明する。

【0012】図4を参照すると、本発明を適用可能な光ネットワークの構成が示されている。本発明では、トラフィックの増加により、ある光クロスコネクタ装置XC（#1）から他の光クロスコネクタ装置XC（#4）へ1～ m 本の光パスが設定される場合に、それらを波長群 m として波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長を波長分割多重したまま一括でルーティングするものである。図示された例では、光クロスコネクタ装置XC（#1及び#4）間には、更に他の光クロスコネクタ装置XC（#2及び#3）が設定されており、これらを経由して波長群 m がルーティングされている。

【0013】図5は本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態を示すブロック図である。この光クロスコネクタ装置は、 k （ k は $1 \leq k$ を満たす整数）個の第1の波長分離部28と、 k 個の波長群生成部30と、 ik （ i は $n = im$ を満たす整数、 n は $1 \leq n$ を満たす整数、 m は $1 \leq m$ を満たす整数）個の第1の波長多重部32と、ルーティング部34と、 ik 個の第2の波長分離部36と、 kn 個の波長変換部38と、 k 個の第2の波長多重部40とを少なくとも備えている。

【0014】各第1の波長分離部28は、光伝送路4（図1参照）に接続され、各第1の波長分離部28は、互いに異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を有する n 個の光信号を波長

分割多重して得られたWDM信号光を供給されて、 n 個の光信号に分離する。

【0015】各波長群生成部30は、各第1の波長分離部28から出力された n 個の光信号を供給されて、各々 m 個の複数の対応する波長を有する i 個の波長群を生成する。

【0016】各第1の波長多重部32は、各波長群生成部30から出力された各波長群を供給されて、各波長群を波長分割多重してその結果得られたWDM波長群を出力する。

【0017】ルーティング部34は、少なくともそれぞれ i 個の入力ポート及び出力ポートを有している。ルーティング部34は、入力及び出力ポート間でWDM波長群をルーティングする。

【0018】各第2の波長分離部36は、ルーティング部34の各出力ポートから出力されたWDM波長群を供給されて、 m 個の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_m$ を有する波長群を出力する。各波長変換部38は、第2の波長分離部36から出力された波長群の各光信号を前述したWDM信号光に対応するように波長変換する。

【0019】各第2の波長多重部40は、波長変換部38から出力された n 個の光信号を波長分割多重してその結果得られたWDM信号光を出力する。

【0020】特に、この実施形態では、ルーティング部34を他の通信装置（例えば図1に示される電気クロスコネクタ装置10）と接続するために、ルーティング部34には入力リンク42及び出力リンク44が接続されている。入力リンク42は、各々 m 個の複数の対応する波長を有する L （ L は $1 \leq L$ を満たす整数）個の波長群を生成するための m 個の波長変換部46と、第1の波長多重部32に対応して設けられた L 個の波長多重部48とを含む。

【0021】出力リンク44は、第2の波長分離部36に対応して設けられる L 個の波長分離部50と、波長変換部38に対応して設けられる mL 個の波長変換部52とを含む。

【0022】図5に示される実施形態によると、入力光伝送路4から供給されたWDM信号光を同じ宛先の光コネクタ装置（例えば図4に示される光コネクタ装置XC（#1）から光クロスコネクタ装置（#4）を想定）の光クロスコネクタ装置に転送される各波長群単位（ $\lambda_1 \sim \lambda_m$ ）に分離し、各波長群単位でルーティング部34に入力するようにしている。これにより、ルーティング部34は、波長単位のルーティングではなく、波長群単位でルーティングすることができ、装置の大幅な小型化が可能となる。

【0023】図6を参照すると、本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態が示されている。この実施形態は、図5に示される k 個の波長群生成部30の各々が n 個の波長変換部54を含んでいる点で特徴付けられる。

波長変換部54は、第1の波長分離部28から出力された n 個の光信号を波長変換して、各々 m 個の複数の対応する波長を有する i 個の波長群を生成する。各波長変換部54としては、光/電気変換を伴わない波長変換器を用いることができるし、光/電気変換器及び電気/光変換器を用いた波長変換器を用いることもできる。

【0024】図7を参照すると、本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態が示されている。この実施形態は、図5に示される k 個の波長群生成部30の各々が波長スイッチ部56を含む点で特徴付けられる。波長スイッチ部56は $n \times n$ の波長スイッチによって提供され得る。波長スイッチ部56は、第1の波長分離部28から出力された波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号の各々を第1の波長多重部32の任意のポートに出力するように機能する。

【0025】図8を参照すると、本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態が示されている。この実施形態は、図5に示される k 個の波長群生成部30の各々が、 n 個の時分割信号分離部58と、時分割信号空間スイッチ部60と、 n 個の時分割信号多重部62とを含んでいる点で特徴付けられる。各時分割信号分離部58は、第1の波長分離部28から出力される n 個の光信号の各々を、その光信号の中で多重されている低速（その光信号の速度の $1/j$ ）の時分割多重信号に分離する。これにより、入力光信号に多重されていた低速（ j 次）の低速信号が得られる。これらの低速信号は時分割信号空間スイッチ部に供給される。スイッチ部60は $n \times j \times n$ の電気スイッチにより構成され得る。スイッチ部60から出力された信号は時分割信号多重部62により波長 $\lambda_1 \sim \lambda_m$ の光信号に変換され、これにより波長群生成部30（図5）の機能が得られる。

【0026】ところで、WDMが適用されるシステムにおいては、システム構築直後には使用する波長チャネルが少なく、伝送容量の増加に従って、その後徐々に波長チャネルを増設していくことがある。このような場合に適した実施形態を図9及び図10等により説明する。

【0027】図9は本発明による光クロスコネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入力インタフェースの構成を示すブロック図である。入力インタフェースにおいては、システム構築当初例えば波長 $\lambda_1 \sim \lambda_m$ までの波長群を処理する波長群生成部を拡張単位30Aとして一つ設け、出力インタフェースにおいては、入力インタフェースに対応して波長 $\lambda_1 \sim \lambda_m$ までの波長群を処理する第2の波長変換部を拡張範囲38Aとして設けておく。そして、これらを拡張単位として波長数が増えるに従って徐々に拡張単位を追加しておくことによって、システムを構築する上での初期コストを抑えることができる。

【0028】図10は本発明による光コネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入力インタフェース部の構成を示す図である。図6に示される波長群生成部

30の具体的構成において、システム構築当初は例えば波長 $\lambda_1 \sim \lambda_a$ までの波長群を波長変換する波長変換部を拡張単位54Aとして一つ設けておき、これを増設単位として、伝送容量の増大に従って波長数が増加する毎に増設単位を順次追加していくものである。これにより、システム構築当初の初期サイズ及びコストを抑えることができる。

【0029】図11は図7に示される波長スイッチ部56の具体的構成を示す図である。ここでは、波長スイッチ部56は、第1の波長分離部28から出力された n 個の光信号が供給される $n \times n$ 光スイッチ64と、光スイッチ64と第1の波長多重部32との間に設けられる n 個の波長変換部とを含む。

【0030】例えば、図12に示されるように、ノードAからの8波で構成される波長群とノードBからの8波で構成される波長群の宛先がそれぞれノードDに4波ずつ、ノードEに4波ずつであるような場合、経路の途中にあるノードCの波長スイッチ部56において、ノードAからの4波とノードBからの4波を一つの波長群に再編集することにより、ルーティング部34では8波の波長群としてこれまで説明したのと同様にルーティングすることができる。

【0031】図13は本発明による光コネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入力インタフェースのブロック図である。ここでは、図11に示される波長群生成部56の具体的構成において、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_a$ を波長群の拡張単位とし、波長数が少ないときは、 $\lambda_1 \sim \lambda_{ia}$ で入力される波長を $\lambda_1 \sim \lambda_a$ に変換する波長変換部を拡張単位66Aとする。そして、入力波長が $\lambda_{2ia}, \lambda_{3ia}, \dots, \lambda_n$ まで増えていくにつれ、 $\lambda_{a+1} \sim \lambda_{2a}, \lambda_{2a+1} \sim \lambda_{3a}, \dots, \lambda_n$ までの波長に変換する波長変換部を順次追加することにより、システムの初期サイズ及びコストを抑えることができる。

【0032】図14は本発明による光クロスコネクタ装置における入力インタフェース部の実施形態を示すブロック図である。より特定的には、図7に示される波長スイッチ部56の具体的構成が示されている。ここでは、波長スイッチ部56は、第1の波長分離部28からの n 個の光信号がそれぞれ供給される光/電気変換部68と、光/電気変換部68の出力が供給される $n \times n$ 電気スイッチ部70と、電気スイッチ部70の出力が供給される n 個の電気/光変換部72とを備えている。電気/光変換部72は、対応する各第1の波長多重部32に関して予め定められた波長の光信号を出力する。

【0033】この実施形態によると、図11により説明した実施形態におけるのと同様に、図12により説明した波長群の再編集を容易に行うことができる。また、そのように波長群の再編集を行うことによって、ルーティング部34の規模を小さくすることができる。

【0034】図15は図14に示される入力インタフェ

ースに拡張性を持たせた実施形態を示すブロック図である。この実施形態では、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_a$ を波長群の構成単位とし、波長数が少ないときには、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_{ia}$ で入力される光信号をそれぞれ電気信号に変換する光/電気変換部の拡張単位68Aと、電気スイッチ部70から出力された電気信号を波長 $\lambda_1 \sim \lambda_a$ の光信号に変換する電気/光変換部の拡張単位72Aとを用意する。そして、これらを増設単位とし、入力波長が $\lambda_{2ia}, \lambda_{3ia}, \dots, \lambda_n$ まで増えていくに従って、これに対応して光/電気変換部の拡張単位68Aを順次追加するとともに、 λ_{a+1} から $\lambda_{2a}, \lambda_{2a+1} \sim \lambda_{3a}, \dots, \lambda_n$ までの波長に変換する電気/光変換部の拡張単位72Aを順次追加していく。これにより、システムの初期サイズ及びコストを抑えることができる。

【0035】図16は本発明による光クロスコネクタ装置における入力インタフェースの実施形態を示すブロック図である。より特定的には、この入力インタフェース部は、図8に示される波長群生成部30の具体的構成を示したものであり、時分割信号分離部58、時分割信号空間スイッチ部60及び時分割信号多重部62にそれぞれ対応して光/電気変換・電気信号分離部74、電気スイッチ部76及び電気/光変換・電気信号多重部78とがそれぞれ設けられている。

【0036】各光/電気変換・電気信号分離部74は、第1の波長分離部28から出力された n 個の光信号の各々を電気信号に変換し、更に低次($1/j$)の電気信号に分離する。光/電気変換・電気信号分離部74は n 個用いられているので、電気スイッチ部76は $nj \times nj$ の電気スイッチにより提供される。これに伴い、電気/光変換・電気信号多重部78も n 個設けられており、各電気/光変換・電気信号多重部78は電気スイッチ部76から出力された低次の電気信号を再び時分割多重して更にこれを予め定められた波長の光信号に変換して出力する。

【0037】今、例えば、一つの波長の伝送速度が10Gb/sから40Gb/sに大きくなる場合を想定する。つまり、10Gb/sの電気信号を40Gb/sまで時分割多重して、その結果得られた信号を光信号に変換するような場合である。

【0038】図17に示されるように、ノードAからノードB及びノードCを経由してノードD及びノードEに転送される10Gb/s相当の時分割多重信号(D1, E1, D3, E3)及び(D2, E2, D4, E4)が各一つの波長に多重されており、また、ノードBからノードCを経由してノードD及びノードEに転送される10Gb/s相当の時分割信号(D1, E1, D3, E3)及び(D2, E2, D4, E4)が各一つの波長に多重されている。ノードCまでは、ノードAからの2波及びノードBからの2波がそれぞれ波長群としてルーティングされる。ノードCでは、図8に示される時分割信

号空間スイッチ部60又は図16に示される電気スイッチ部76を用いて、時分割多重された信号を一旦分解するとともに、同じ宛先に向かう波長群の信号に再編集するものである。このように波長群の再編集を行うことによって、ルーティング部34の規模を大幅に削減することができる。

【0039】図19は本発明による光クロスコネクタ装置における入力インタフェースの実施形態を示すブロック図である。この実施形態では、図16に示される光／電気変換・電気信号分離部74、電気スイッチ部76及び電気／光変換・電気信号多重部78に代えて、それぞれ、光／電気変換・電気信号分離・電気／光変換部80、光スイッチ部82及び光／電気変換・電気信号多重・電気／光変換部84を設けている。つまり、電気信号によるスイッチングに代えて光信号によるスイッチングを行っているのである。この実施形態によっても、波長群の再編集を行うことが容易になり、ルーティング部の規模を小さくすることができる。

【0040】図20は本発明による光クロスコネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入力インタフェースの実施形態を示すブロック図である。ここでは、図16に示される実施形態において、光／電気変換・電気信号分離部74及び電気／光変換・電気信号多重部78の構成単位として図18に示される拡張単位74A及び拡張単位78Aを用いているように、図19において、光／電気変換・電気信号分離・電気／光変換部80及び光／電気変換・電気信号多重・電気／光変換部84のそれぞれの構成単位として図20に示される拡張単位80A及び84Aを用いている。この実施形態によっても、図18に示される実施形態と同様にして、システムの初期サイズ及びコストを抑えることができる。

【0041】図21は本発明によるシステムにおける障害復旧を説明するための図である。例えば、図4に示されるように、光クロスコネクタ装置XC(＃1)から光クロスコネクタ装置XC(＃2及び＃3)をこの順に経由して光クロスコネクタ装置XC(＃4)に至る波長群のルートが確保されている場合に、光クロスコネクタ装置XC(＃2及び＃3)の間の光伝送路に障害が生じた場合に光クロスコネクタ装置XC(＃2及び＃4)において波長群を切り替えることによって、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長群を一括して予備ルートに迂回させるものである。この予備ルートは、例えば光クロスコネクタ装置XC(＃5)を含む。

【0042】この実施形態によると、障害復旧時に、波長群をその波長分割多重したままの状態で切り替えることができ、ルーティング部の規模を小さくすることができる。

【0043】以下、本発明の実施形態をより具体的に把握することができるようにするために、共通の具体的数値例を例示して幾つかの実施形態を説明する。ここで

は、入力伝送路として3本、入力伝送路あたりの波長数を160波、局内伝送路からの入力チャンネルとして160チャンネル(32波 \times 5)、波長群の単位として32波とした場合を説明する。その結果、ルーティングのために使用されるルーティング部34としては、 20×20 光スイッチが用いられる。

【0044】図22を参照すると、本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態が示されている。ここでは、図6に示される光クロスコネクタ装置の具体例が示されている。第1の波長分離部28として分波器が使用され、波長変換部54、38、46及び52として、3R(リシェイピング、リアンプリフィケーション及びリタイミング)トランスポンダが用いられており、第1の波長多重部32として合波器が用いられており、ルーティング部34として 20×20 光スイッチが用いられており、第2の波長分離部36として分波器が用いられており、第2の波長多重部40として合波器が用いられている。以下の実施例においては、共通の構成要素の具体例についての説明は省略されることがある。

【0045】図23を参照すると、本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態が示されている。より特定的には、図7に示される光クロスコネクタ装置において、図11に示される入力インタフェースを用いた場合の具体例が示されている。

【0046】図24を参照すると、本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態が示されている。より特定的には、図7に示される光クロスコネクタ装置において、図14に示される入力インタフェースを用いた場合における具体例が示されている。

【0047】図25を参照すると、本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態が示されている。より特定的には図8に示される光クロスコネクタ装置において、図16に示される入力インタフェース部を用いた場合の具体例が示されている。

【0048】図26を参照すると、本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態が示されている。より特定的には図8に示される光クロスコネクタ装置において、図19に示される入力インタフェースを用いた場合の具体例が示されている。

【0049】図27は本発明による光クロスコネクタ装置における波長に対する拡張性を持たせた入力インタフェースのブロック図である。より特定的には、図10に示される実施形態の具体例が示されている。ここでは、 $a=8$ とし、つまり、拡張単位54Aを8波ずつにした場合が示されている。

【0050】図28は、本発明による光クロスコネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入力インタフェース部の実施形態を示すブロック図である。より特定的には、図15に示される実施形態の具体例が示されている。ここでは、 $a=8$ とし、つまり、拡張単位68

A及び72Aとして8波ずつにした場合が示されている。拡張単位68Aの構成要素としては光受信機を用いることができ、拡張単位72Aの構成要素としては光送信機を用いることができる。光受信機及び光送信機の各々に代えて3Rトランスポンダを用いるとともに、電気スイッチ部70に代えて光スイッチ部を用いても良い。

【0051】図29は、本発明による光クロスコネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入力インタフェースの実施形態を示すブロック図である。より特定的には図18及び20の具体例が示されている。ここでは、 $a=8$ とし、つまり、拡張単位として8波ずつにした場合が示されている。図18に示される実施形態では、図8に示される時分割信号空間スイッチ部60は電気スイッチ部76であり、図20に示される実施形態では、時分割信号空間スイッチ部60は光スイッチ部82である。

【0052】図30を参照すると、本発明による光クロスコネクタ装置において、波長に対する拡張性を持たせた出力インタフェースの実施形態を示すブロック図である。より特定的には、図9の実施形態における出力インタフェース部の具体例が示されている。ここでは、 $a=8$ とし、つまり、拡張単位38Aを8波ずつにした場合が示されている。

【0053】図31は本発明によるシステムにおける障害復旧の様子を説明するための図である。ここでは、図21に示される実施形態の具体例が示されている。ここでは、 $m=32$ とし、つまり、32波からなる波長群が設定されている。動作は図21に示される実施形態と同じである。

【0054】図32は図31により説明した障害復旧における光クロスコネクタ装置の動作を説明するためのブロック図である。より特定的には図22に示される光クロスコネクタ装置が示されており、ここでは、図31に示される光クロスコネクタ装置XC(#2)の動作が示されている。光クロスコネクタ装置XC(#2)は障害が生じた光伝送路を避けるように波長群を出力する必要があるため、それに伴って光スイッチ(ルーティング部)34が異なる出力ポートに波長群を出力するように動作する。

【0055】図33及び図34は、本発明によるシステムにおけるバス切り替えを説明するための図である。これらの図において、四角印はノード(光クロスコネクタ装置)を表しており、ノード間を接続しているのが光伝送路である。図33に示される実施形態では、ある光伝送路に障害があった場合に、光バスが設定されるべき2つのノード間で全く別のルートに切り替えられるようにしている。一方、図34に示される実施形態では、光伝送路に障害があった場合に、その障害が生じた光伝送路の両端のノード間で別のルートに切り替えられるようにしている。

【0056】図35を参照すると、本発明によるシステムが示されている。ここでは、15個の光クロスコネクタ装置を設け、各対地毎に一本ずつバスをフルメッシュに接続した3×5格子網からなるネットワーク構成が示されている。図において、丸印は光クロスコネクタ装置を表しており、丸印の中の数字は光クロスコネクタ装置の番号を表しており、光クロスコネクタ装置間を結ぶ直線は光伝送路を表しており、光伝送路の脇に付された数字は所要波長数を表している。

【0057】トラフィックが各対地毎に m 倍になると、各光伝送路の脇に示した波長数がそれぞれ m 倍になる。従って、 $m=8$ とした場合、第13ノード(光コネクタ装置)に注目すると、図37に示すように、入力及び出力伝送路の各々の数は3、波長数は160、また、局内のチャネル数は112($=8 \times 14$)となる。尚、図36は図35に示されるシステムに適用可能な光クロスコネクタ装置を表しており、この装置は図22の実施形態に対応している。

【0058】図37を参照すると、ルーティング部としての光スイッチの所用素子数が従来例と本発明とで比較された結果が表として示されている。従来の波長単位の光クロスコネクタ装置で図36に示される光クロスコネクタ装置と同等の機能を得ようとする、 2×2 光スイッチの所用素子数は350464($=592 \times 592$)となる。これに対して、本発明による光クロスコネクタ装置では、波長群単位でのルーティングを行なうようにしているので、同素子数は5476($=74 \times 74$)となり、要求される光スイッチの大幅な小型化が可能になる。

【0059】本発明は以下の付記を含むものである。

【0060】(付記1) k (k は $1 \leq k$ を満たす整数)個の第1の波長分離部であって、その各々は互いに異なる波長を有する n (n は $1 \leq n$ を満たす整数)個の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光を供給されて、 n 個の光信号に分離する第1の波長分離部と、 k 個の波長群生成部であって、その各々は上記各第1の波長分離部から出力された n 個の光信号を供給されて、各々 m (m は $1 \leq m$ を満たす整数)個の複数の対応する波長を有する i (i は $n = im$ を満たす整数)個の波長群を生成する波長群生成部と、 ik 個の第1の波長多重部であって、その各々は上記各波長群生成部から出力された各波長群を供給されて、上記各波長群を波長分割多重してその結果得られたWDM波長群を出力する第1の波長多重部と、少なくともそれぞれ ik 個の入力ポート及び出力ポートを有し、上記入力及び出力ポート間で上記WDM波長群をルーティングするルーティング部と、 ik 個の第2の波長分離部であって、その各々は上記ルーティング部の各出力ポートから出力された上記WDM波長群を供給されて、 m 個の波長を有する波長群を出力する第2の波長分離部と、 kn 個の波長変換部であって

て、その各々は上記第2の波長分離部から出力された上記波長群の各光信号を上記WDM信号光に対応するように波長変換する波長変換部と、 k 個の第2の波長多重部であって、その各々は上記波長変換部から出力された n 個の光信号を波長分割多重してその結果得られたWDM信号光を出力する第2の波長多重部とを備えた光クロスコネクタ装置。

【0061】(付記2) 付記1に記載の光クロスコネクタ装置であって、上記ルーティング部を他の通信装置と接続するための入力リンク及び出力リンクを更に備えた光クロスコネクタ装置。

【0062】(付記3) 付記1に記載の光クロスコネクタ装置であって、上記各波長群生成部は n 個の波長変換部を含む光クロスコネクタ装置。

【0063】(付記4) 付記1に記載の光クロスコネクタ装置であって、上記各波長群生成部は上記各第1の波長分離部から出力された n 個の光信号の各々を上記各第1の波長多重部の任意の入力ポートに出力する波長スイッチ部を含む光クロスコネクタ装置。

【0064】(付記5) 付記1に記載の光クロスコネクタ装置であって、上記各波長群生成部は、上記各第1の波長分離部から出力された n 個の光信号の各々を相対的に低速な時分割多重信号に分離する n 個の時分割信号分離部と、上記時分割多重信号をスイッチングする時分割信号空間スイッチ部と、上記時分割信号空間スイッチ部の出力に基づき各々上記波長群を生成する n 個の時分割信号多重部とを含む光クロスコネクタ装置。

【0065】(付記6) 付記4に記載の光クロスコネクタ装置であって、上記波長スイッチ部は、上記第1の波長分離部から出力された n 個の光信号がそれぞれ供給される n 個の光/電気変換部と、上記光/電気変換部の出力が供給される $n \times n$ の電気スイッチ部と、上記電気スイッチ部の出力が供給される n 個の電気/光変換部とを含む光クロスコネクタ装置。

【0066】(付記7) 複数の光クロスコネクタ装置を光伝送路で接続してなるシステムであって、上記光クロスコネクタ装置の少なくともひとつは、 k (k は $1 < k$ を満たす整数)個の第1の波長分離部であって、その各々は互いに異なる波長を有する n (n は $1 \leq n$ を満たす整数)個の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光を供給されて、 n 個の光信号に分離する第1の波長分離部と、 k 個の波長群生成部であって、その各々は上記各第1の波長分離部から出力された n 個の光信号を供給されて、各々 m (m は $1 \leq m$ を満たす整数)個の複数の対応する波長を有する i (i は $n = im$ を満たす整数)個の波長群を生成する波長群生成部と、 ik 個の第1の波長多重部であって、その各々は上記各波長群生成部から出力された各波長群を供給されて、上記各波長群を波長分割多重してその結果得られたWDM波長群を出力する第1の波長多重部と、少なくともそれぞれ ik 個

の入力ポート及び出力ポートを有し、上記入力及び出力ポート間で上記WDM波長群をルーティングするルーティング部と、 ik 個の第2の波長分離部であって、その各々は上記ルーティング部の各出力ポートから出力された上記WDM波長群を供給されて、 m 個の波長を有する波長群を出力する第2の波長分離部と、 kn 個の波長変換部であって、その各々は上記第2の波長分離部から出力された上記波長群の各光信号を上記WDM信号光に対応するように波長変換する波長変換部と、 k 個の第2の波長多重部であって、その各々は上記波長変換部から出力された n 個の光信号を波長分割多重してその結果得られたWDM信号光を出力する第2の波長多重部とを備えているシステム。

【0067】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、波長数の増加に対応した大規模な光ネットワークを構築するのに適した光クロスコネクタ装置及びその装置を備えたシステムの提供が可能になるという効果が生じる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明を適用可能な光ネットワークを示すブロック図である。

【図2】図2は従来の光クロスコネクタ装置を示すブロック図である。

【図3】図3は従来の他の光クロスコネクタ装置を示すブロック図である。

【図4】図4は本発明によるシステム(光ネットワーク)を示すブロック図である。

【図5】図5は本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態を示すブロック図である。

【図6】図6は本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態を示すブロック図である。

【図7】図7は本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態を示すブロック図である。

【図8】図8は本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態を示すブロック図である。

【図9】図9は本発明による光クロスコネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入出力インタフェースのブロック図である。

【図10】図10は本発明による光クロスコネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入力インタフェースの実施形態を示すブロック図である。

【図11】図11は本発明による光クロスコネクタ装置における入力インタフェースの実施形態を示すブロック図である。

【図12】図12は本発明の実施形態において波長スイッチを用いた波長群再編集を説明するための図である。

【図13】図13は本発明による光クロスコネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入力インタフェースの実施形態を示すブロック図である。

【図14】図14は本発明による光クロスコネクタ装置

における入力インタフェースの実施形態を示すブロック図である。

【図15】図15は本発明による光クロスコネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入力インタフェースの実施形態を示すブロック図である。

【図16】図16は本発明による光クロスコネクタ装置における入力インタフェースの実施形態を示すブロック図である。

【図17】図17は本発明の実施形態において時分割信号空間スイッチを用いた波長群再編集を説明するための図である。

【図18】図18は本発明による光クロスコネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入力インタフェースの実施形態を示すブロック図である。

【図19】図19は本発明による光クロスコネクタ装置における入力インタフェース部の実施形態を示すブロック図である。

【図20】図20は本発明による光クロスコネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入力インタフェースの実施形態を示すブロック図である。

【図21】図21は本発明によるシステムの実施形態における障害復旧を説明するための図である。

【図22】図22は本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態の具体例を示すブロック図である。

【図23】図23は本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態の具体例を示すブロック図である。

【図24】図24は本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態の具体例を示すブロック図である。

【図25】図25は本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態の具体例を示すブロック図である。

【図26】図26は本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態の具体例を示すブロック図である。

【図27】図27は本発明による光クロスコネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入力インタフェースの実施形態の具体例を説明するための図である。

【図28】図28は本発明による光クロスコネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入力インタフェ

ースの実施形態の具体例を説明するための図である。

【図29】図29は本発明による光クロスコネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入力インタフェースの実施形態の具体例を説明するための図である。

【図30】図30は本発明による光クロスコネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた出力インタフェースの具体例を説明するための図である。

【図31】図31は本発明によるシステムの実施形態における障害復旧を説明するための図である。

【図32】図32は図31に示されるシステムに適用可能な光クロスコネクタ装置の実施形態を示すブロック図である。

【図33】図33は本発明によるシステムの実施形態において伝送路障害に際してのルート切り替えを説明するための図である。

【図34】図34は本発明によるシステムの実施形態において伝送路障害に際してのルート切り替えの他の例を説明するための図である。

【図35】図35は15個の光クロスコネクタ装置を用いたフルメッシュ接続のネットワークを示すブロック図である。

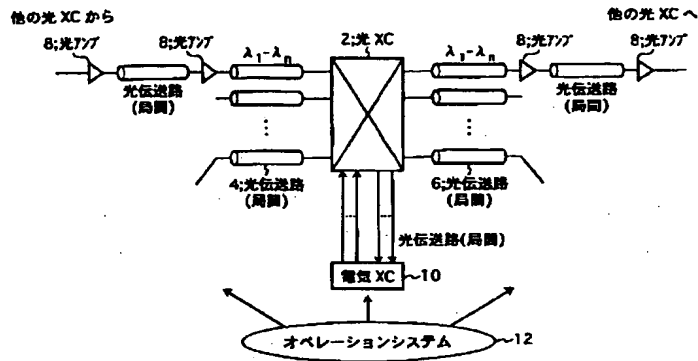
【図36】図36は図35に示されるネットワークに適用可能な光クロスコネクタ装置の実施形態を示すブロック図である。

【図37】図37は光スイッチの所要素子数を従来例と本発明とで比較した結果を表として示す図である。

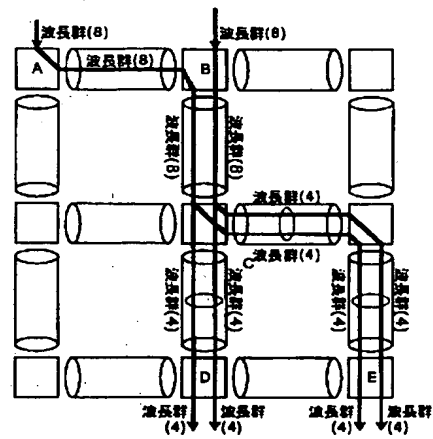
【符号の説明】

- 2 光クロスコネクタ装置
- 4, 6 光伝送路
- 8 光アンプ
- 28 第1の波長分離部
- 30 波長群生成部
- 32 第1の波長多重部
- 34 ルーティング部
- 36 第2の波長分離部
- 38 波長変換部
- 40 第2の波長多重部

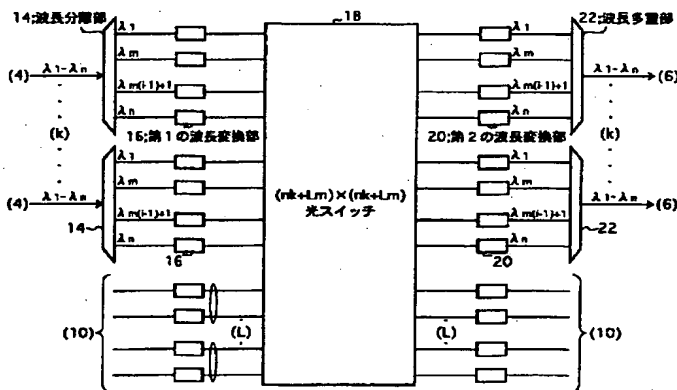
【図1】



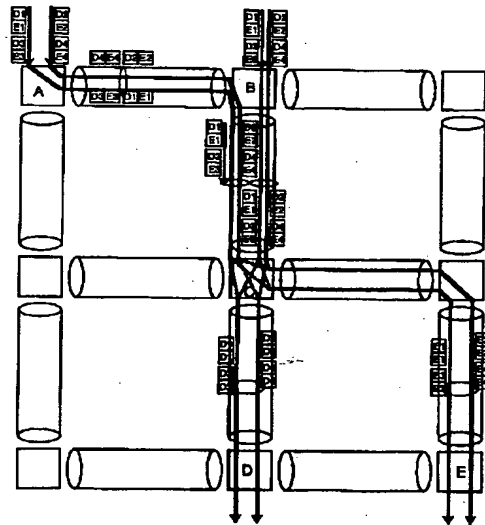
【図12】



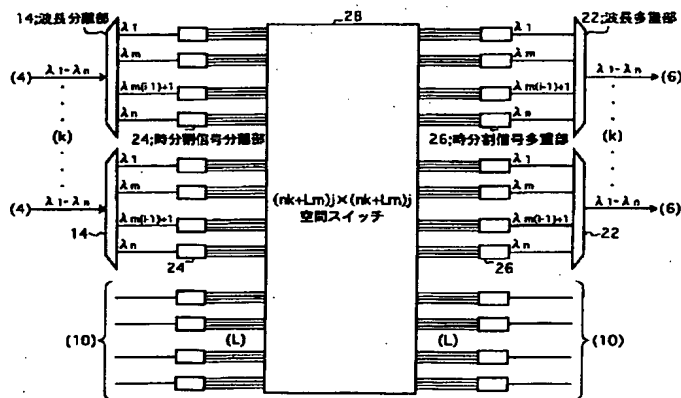
【図2】



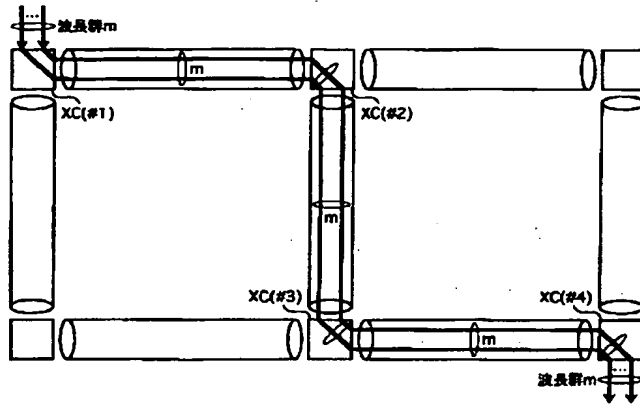
【図17】



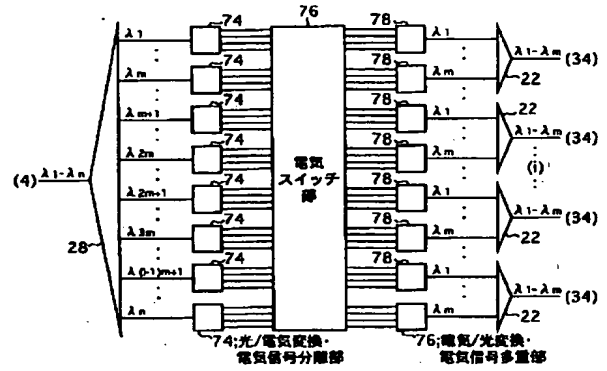
【図3】



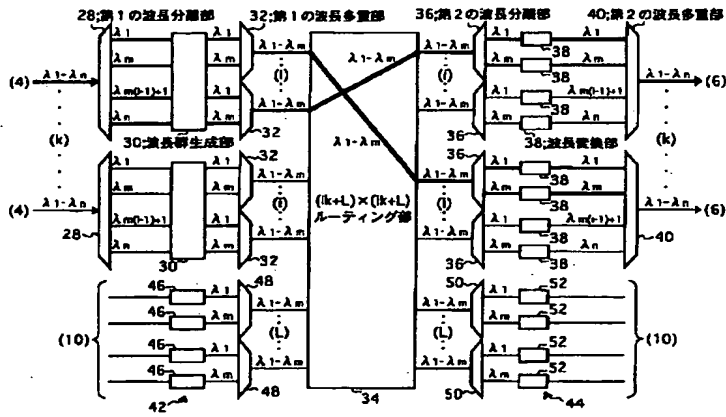
【図4】



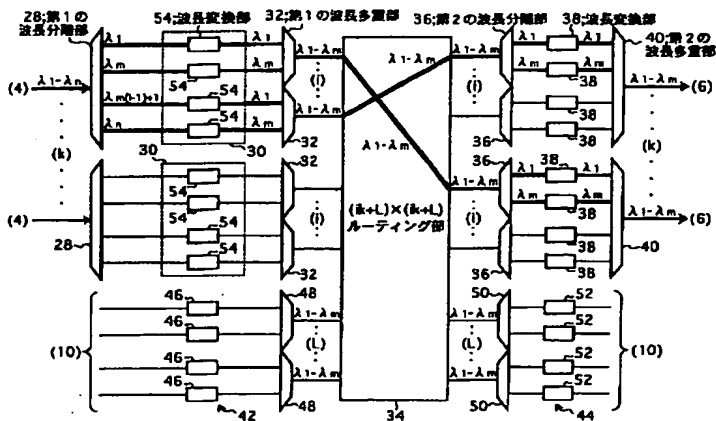
【図16】



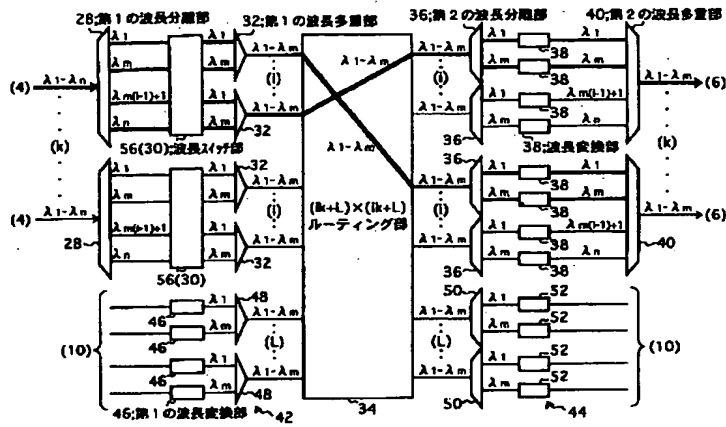
【図5】



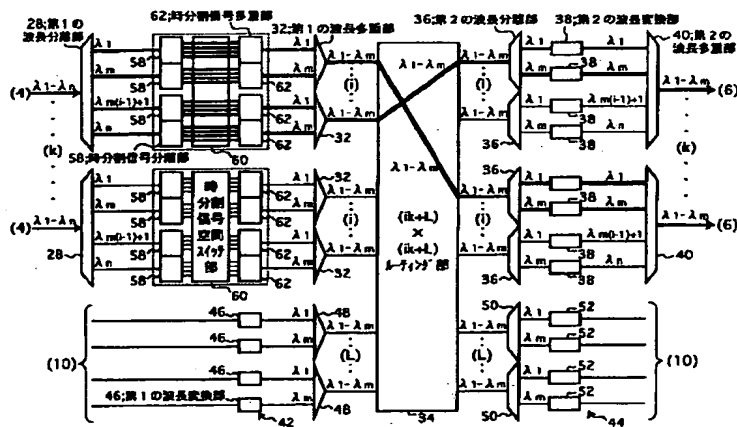
【図6】



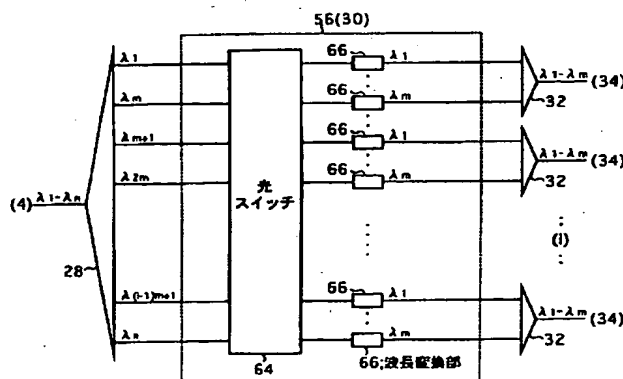
【図7】



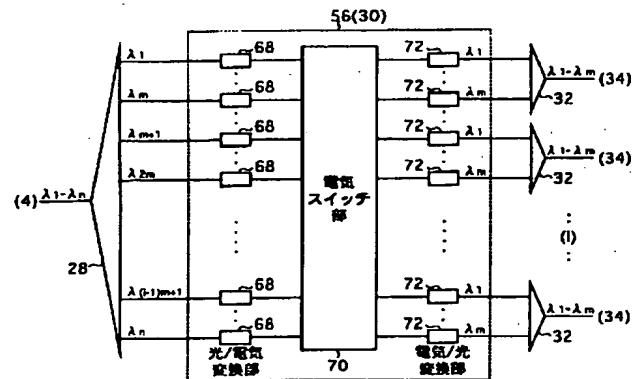
【図8】



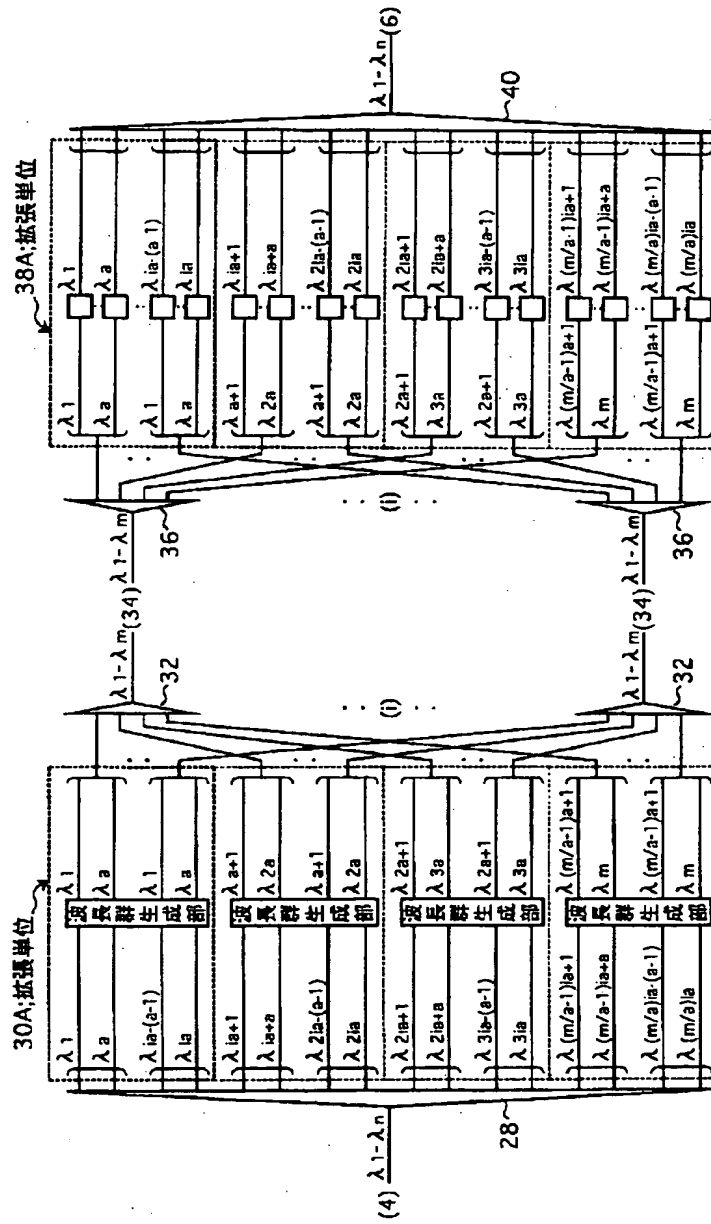
【図11】



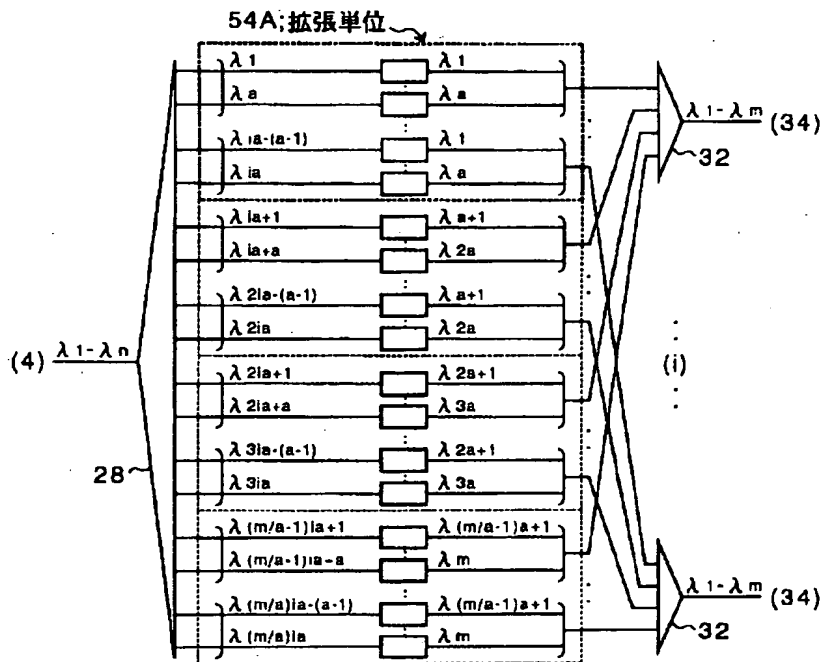
【図14】



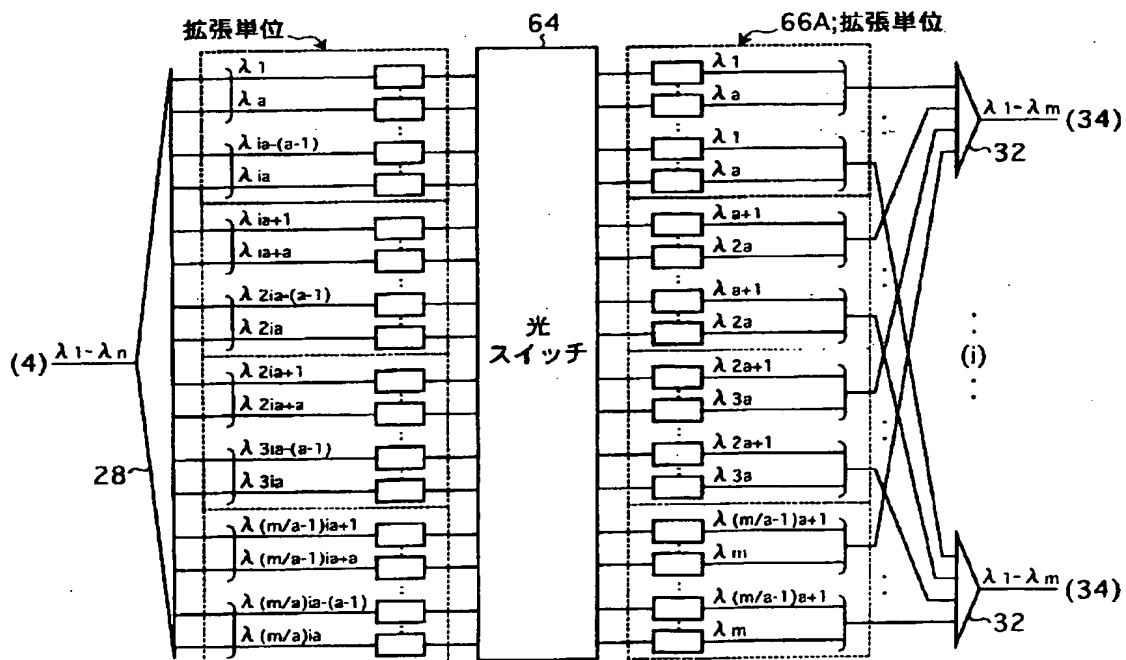
【图9】



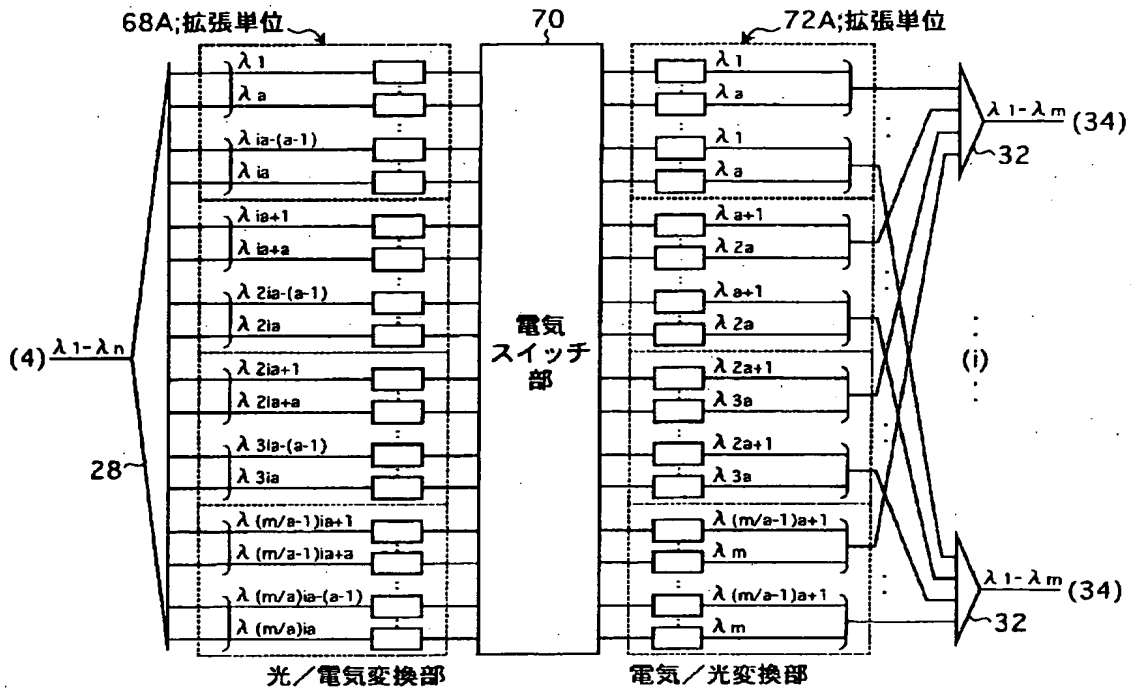
【図10】



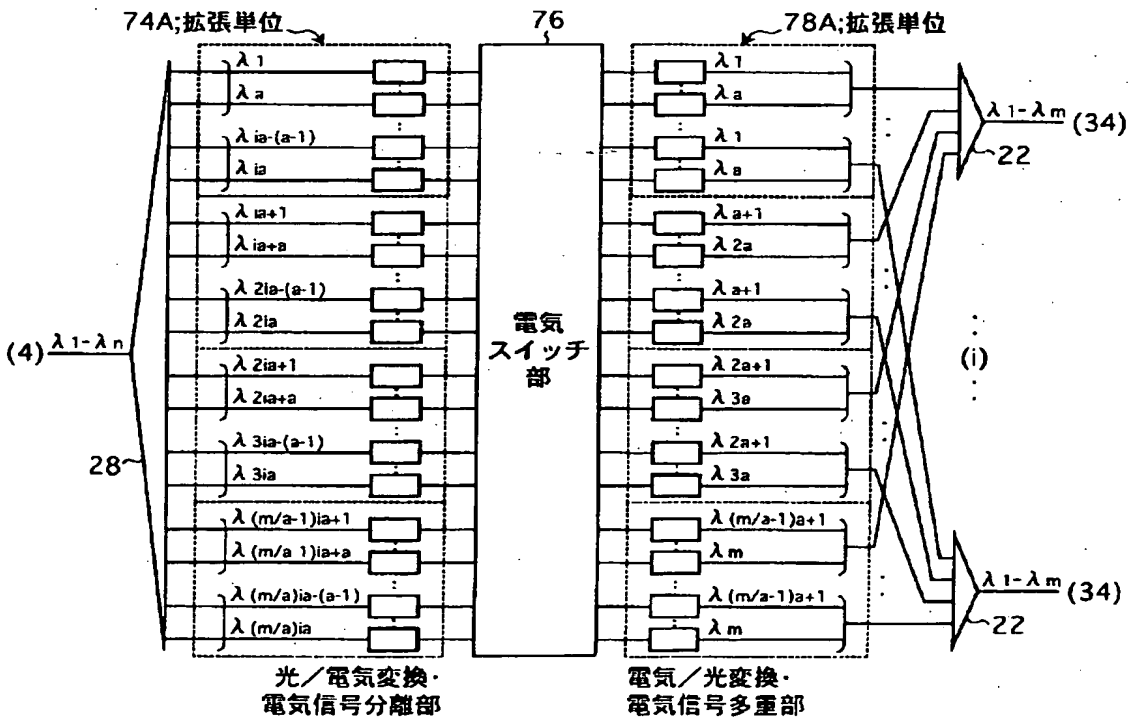
【図13】



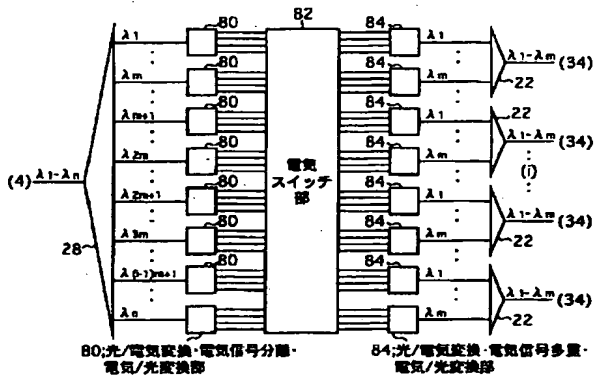
【図15】



【図18】

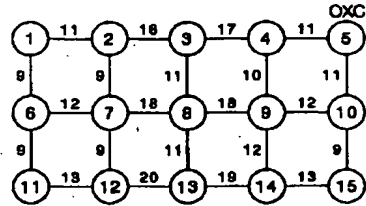


【図19】



【図35】

3×5格子網



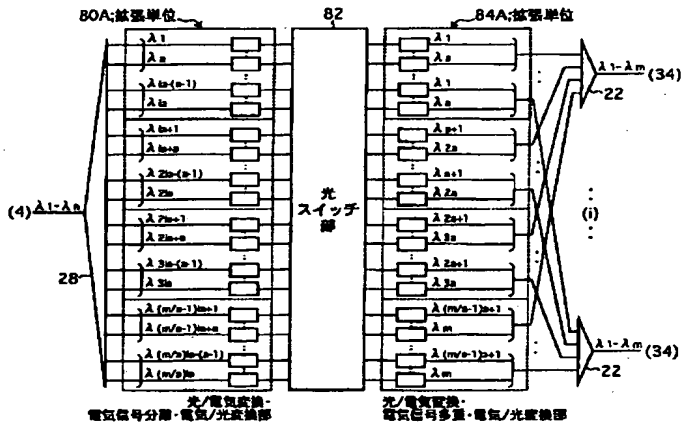
【図37】

光スイッチの所要素子数

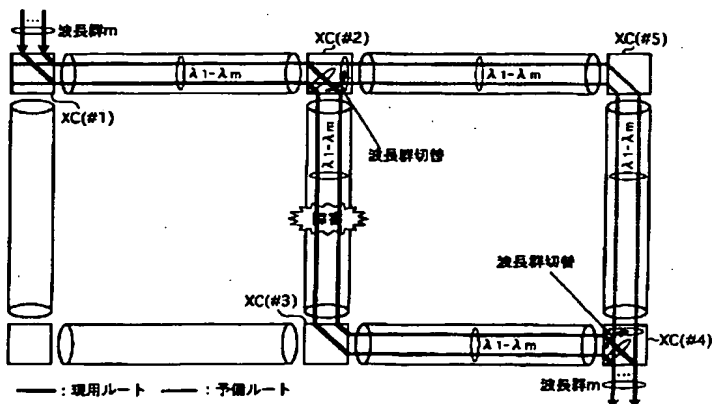
	一般式	具体例
従来例 (波長単位)	$(nk+Lm) \times (nk+Lm)$	592×592 $= 350464$
本発明 (波長群単位)	$(k+L) \times (k+L)$	74×74 $= 5476$

入出力伝送路数: $k=3$
波長数: $n=160$
波長群単位: $m=32$
局間の波長群の数(n/m): $l=5$
局内の波長群の数: $L=5$
とした場合

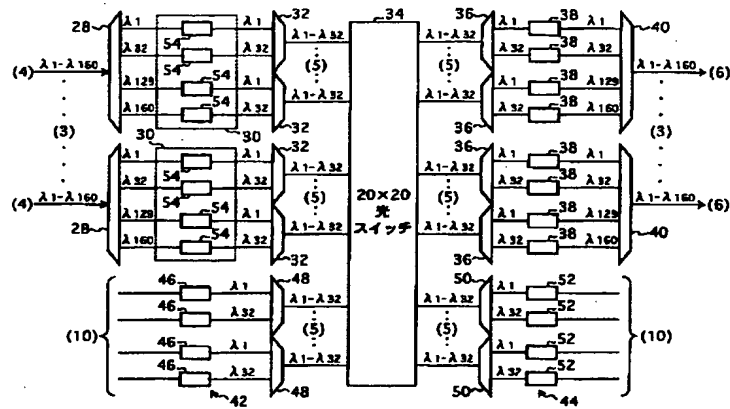
【図20】



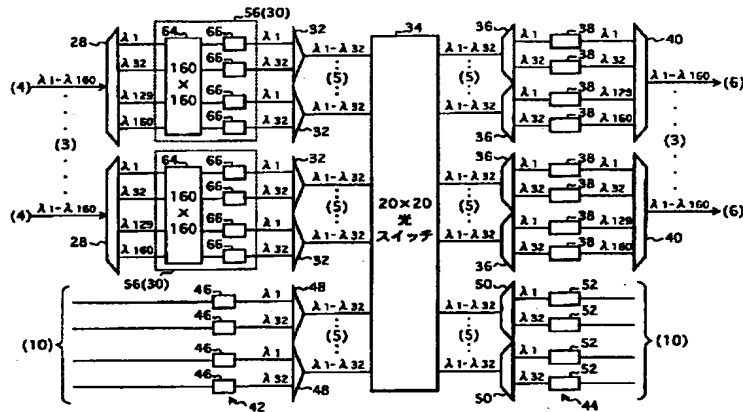
【図21】



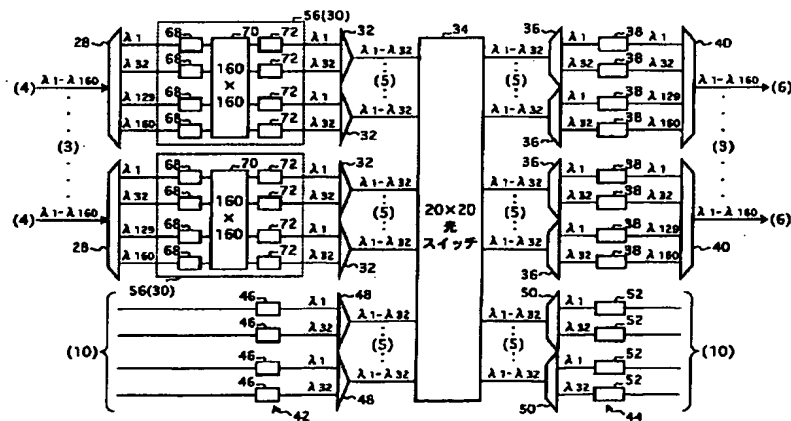
【図22】



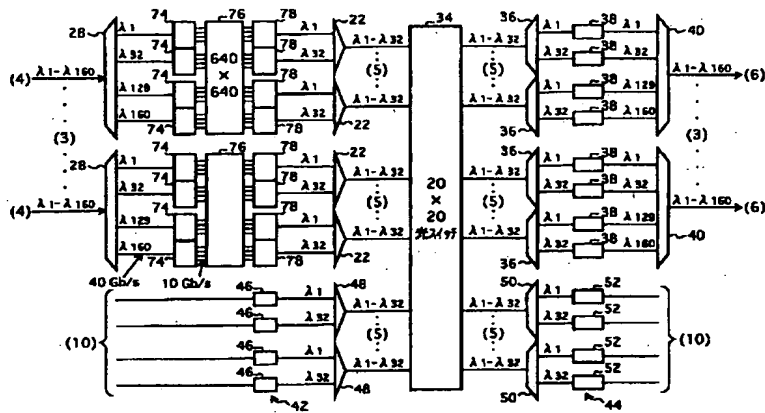
【図23】



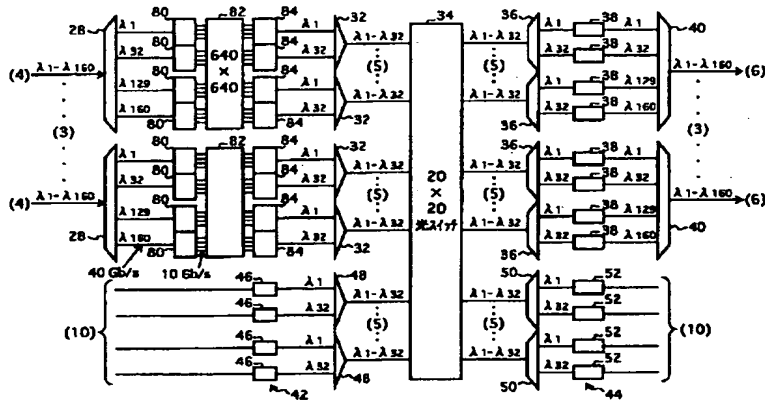
【図24】



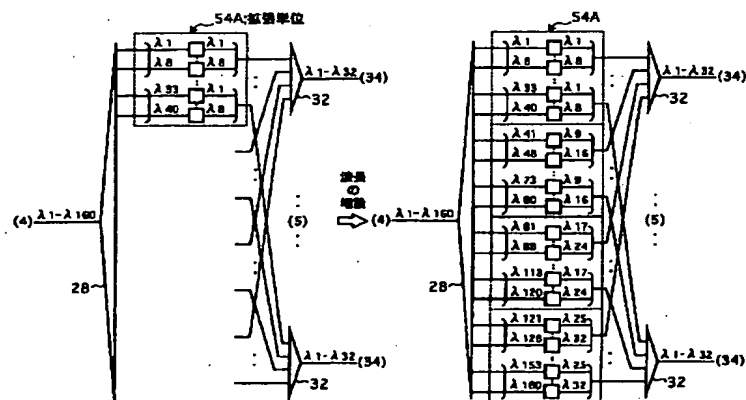
【図25】



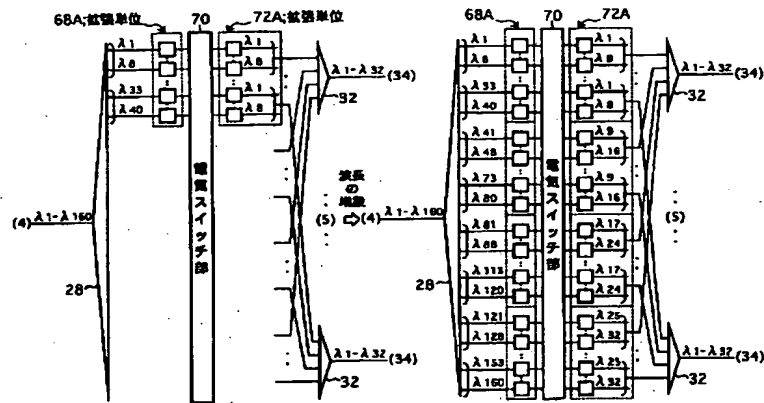
【図26】



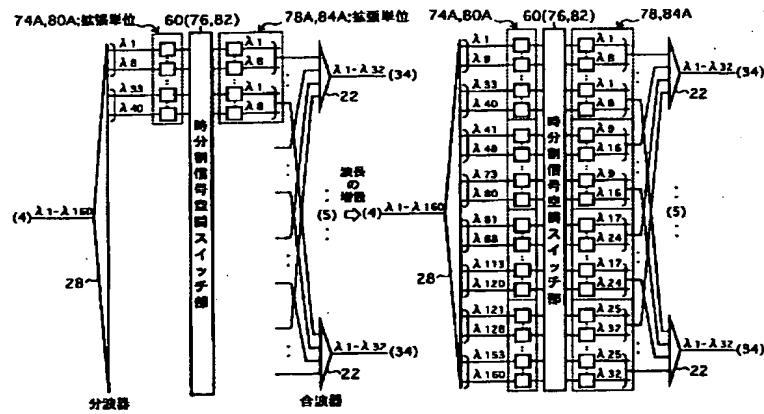
【図27】



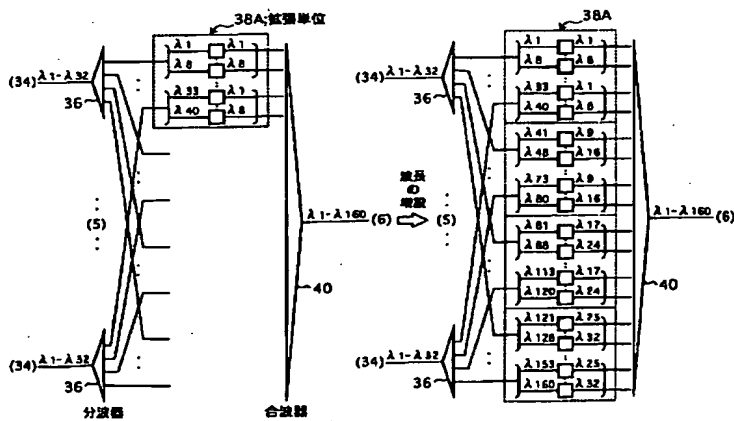
【図28】



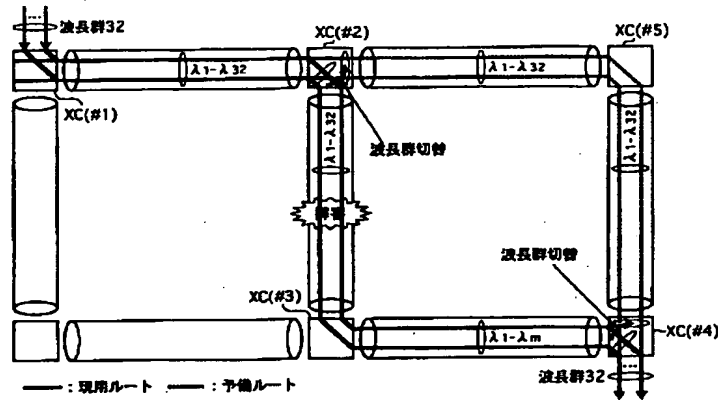
【図29】



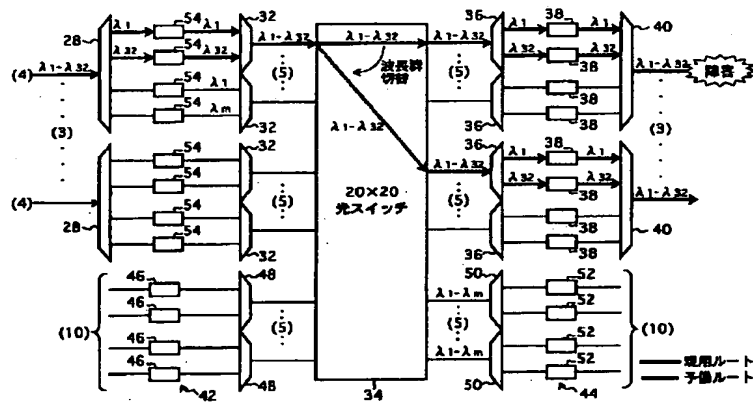
【図30】



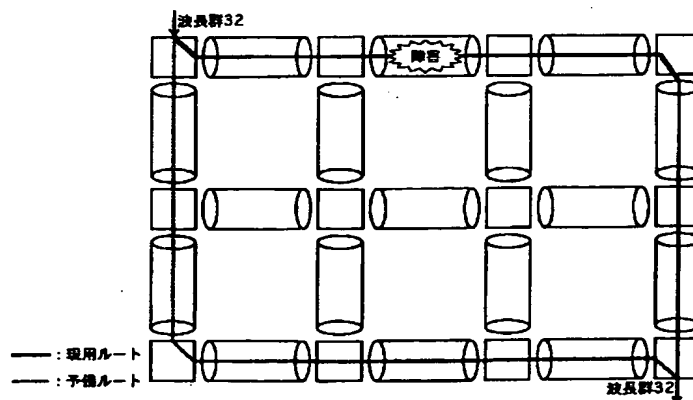
【図31】



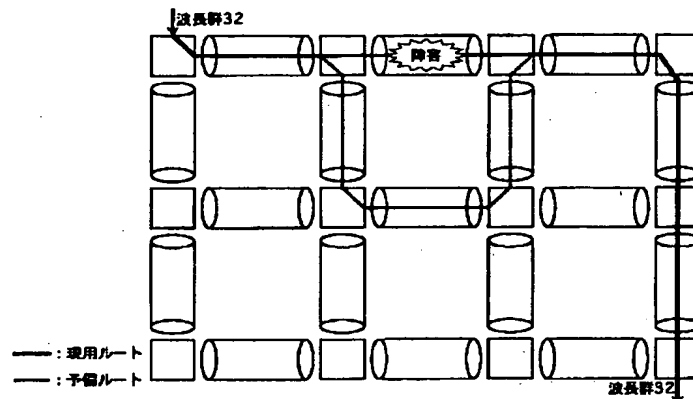
【図32】



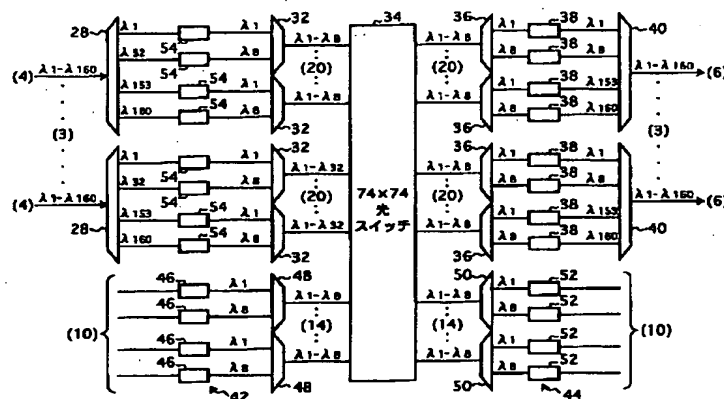
【図33】



【図34】



【図36】



【手続補正書】

【提出日】平成13年3月13日(2001. 3. 13)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正内容】

【0003】図1を参照すると、光クロスコネクタ装置及び光ネットワークの構成例が示されている。光クロスコネクタ装置2には、複数の入力側の光伝送路4及び出力側の光伝送路6が接続されている。光クロスコネクタ装置2は、入力側の光伝送路4から供給される波長分割多重された光信号(波長 λ_1 から λ_n)を波長毎に所望の出力側の光伝送路6にルーティングする装置である。光クロスコネクタ装置間の局間リンクには、長距離伝送の場合、通常、光信号の減衰を補償するための光アンプ8が挿入される。光クロスコネクタ装置2は、局内リンク

を介して他の通信装置、例えば電気クロスコネクタ装置(電気XC)10と接続される。そして、これらの装置はネットワーク全体を管理しているオペレーションシステム12により制御される。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】本発明の第1の側面によると、光クロスコネクタ装置が提供される。この装置は、 k (k は $1 \leq k$ を満たす整数)個の第1の波長分離部であって、その各々は互いに異なる波長を有する n (n は $1 \leq n$ を満たす整数)個の光信号を波長分割多重してなるWDM信号光を供給されて、 n 個の光信号に分離する第1の波長分離部と、 k 個の波長群生成部であって、その各々は上記各第1の波長分離部から出力された n 個の光信号を供給さ

れて、各々 m (m は $1 \leq m$ を満たす整数)個の複数の対応する波長を有する i (i は $n = im$ を満たす整数)個の波長群を生成する波長群生成部と、 ik 個の第1の波長多重部であって、その各々は上記各波長群生成部から出力された各波長群を供給されて、上記各波長群を波長分割多重してその結果得られたWDM波長群を出力する第1の波長多重部と、少なくともそれぞれ ik 個の入力ポート及び出力ポートを有し、上記入力及び出力ポート間で上記WDM波長群をルーティングするルーティング部と、 ik 個の第2の波長分離部であって、その各々は上記ルーティング部の各出力ポートから出力された上記WDM波長群を供給されて、 m 個の波長を有する波長群を出力する第2の波長分離部と、 kn 個の波長変換部であって、その各々は上記第2の波長分離部から出力された上記波長群の各光信号を上記WDM信号光に対応するように波長変換する波長変換部と、 k 個の第2の波長多重部であって、その各々は上記波長変換部から出力された n 個の光信号を波長分割多重してその結果得られたWDM信号光を出力する第2の波長多重部とを備えている。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】本発明の他の側面によると、大規模な光ネットワークを構築するのに適したシステムが提供される。このシステムは、複数の光クロスコネクタ装置を光伝送路で接続して構成される。光クロスコネクタ装置の少なくとも一つは、本発明による光クロスコネクタ装置である。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】特に、この実施形態では、ルーティング部34を他の通信装置(例えば図1に示される電気クロスコネクタ装置10)と接続するために、ルーティング部34には入力リンク42及び出力リンク44が接続されている。入力リンク42は、各々 m 個の複数の対応する波長を有する L (L は $1 \leq L$ を満たす整数)個の波長群を生成するための mL 個の波長変換部46と、第1の波長多重部32に対応して設けられた L 個の波長多重部48とを含む。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正内容】

【0022】図5に示される実施形態によると、入力光伝送路4から供給されたWDM信号光を同じ宛先の光クロスコネクタ装置(例えば図4に示される光クロスコネクタ装置XC(#1)から光クロスコネクタ装置XC(#4)を想定)に転送される各波長群単位($\lambda_1 \sim \lambda_n$)に分離し、各波長群単位でルーティング部34に入力するようにしている。これにより、ルーティング部34は、波長単位のルーティングではなく、波長群単位でルーティングすることができ、装置の大幅な小型化が可能となる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正内容】

【0025】図8を参照すると、本発明による光クロスコネクタ装置の実施形態が示されている。この実施形態は、図5に示される k 個の波長群生成部30の各々が、 n 個の時分割信号分離部58と、時分割信号空間スイッチ部60と、 n 個の時分割信号多重部62とを含んでいる点で特徴付けられる。各時分割信号分離部58は、第1の波長分離部28から出力される n 個の光信号の各々を、その光信号の中で多重されている低速(その光信号の速度の $1/j$)の時分割多重信号に分離する。これにより、入力光信号に多重されていた低速(j 次)の低速信号が得られる。これらの低速信号は時分割信号空間スイッチ部60に供給される。スイッチ部60は $n \times n$ の電気スイッチにより構成され得る。スイッチ部60から出力された信号は時分割信号多重部62により波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号に変換され、これにより波長群生成部30(図5)の機能が得られる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正内容】

【0027】図9は本発明による光クロスコネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入出力インタフェースの構成を示すブロック図である。入力インタフェースにおいては、システム構築当初例えば波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ までの波長群を処理する波長群生成部を拡張単位30Aとして一つ設け、出力インタフェースにおいては、入力インタフェースに対応して波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ までの波長群を処理する第2の波長変換部を拡張単位38Aとして設けておく。そして、これらを拡張単位として波長数が増えるに従って徐々に拡張単位を追加しておくことによって、システムを構築する上での初期コストを抑えることができる。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】図11は図7に示される波長スイッチ部56の具体的構成を示す図である。ここでは、波長スイッチ部56は、第1の波長分離部28から出力されたn個の光信号が供給される $n \times n$ 光スイッチ64と、光スイッチ64と第1の波長多重部32との間に設けられるn個の波長変換部66とを含む。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正内容】

【0031】図13は本発明による光コネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入力インターフェースのブロック図である。ここでは、図11に示される波長スイッチ部56の具体的構成において、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_a$ を波長群の拡張単位とし、波長数が少ないときは、 $\lambda_1 \sim \lambda_{ia}$ で入力される波長を $\lambda_1 \sim \lambda_a$ に変換する波長変換部を拡張単位66Aとする。そして、入力波長が $\lambda_{2ia}, \lambda_{3ia}, \dots, \lambda_n$ まで増えていくにつれ、 $\lambda_{a+1} \sim \lambda_{2a}, \lambda_{2a+1} \sim \lambda_{3a}, \dots, \lambda_n$ までの波長に変換する波長変換部を順次追加することにより、システムの初期サイズ及びコストを抑えることができる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正内容】

【0032】図14は本発明による光クロスコネクタ装置における入力インタフェース部の実施形態を示すブロック図である。より特定的には、図7に示される波長スイッチ部56の具体的構成が示されている。ここでは、波長スイッチ部56は、第1の波長分離部28からのn個の光信号がそれぞれ供給されるn個の光/電気変換部68と、光/電気変換部68の出力が供給される $n \times n$ 電気スイッチ部70と、電気スイッチ部70の出力が供給されるn個の電気/光変換部72とを備えている。電気/光変換部72は、対応する各第1の波長多重部32に関して予め定められた波長の光信号を出力する。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正内容】

【0034】図15は図14に示される入力インタフェースに拡張性を持たせた実施形態を示すブロック図である。この実施形態では、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_a$ を波長群の構成単位とし、波長数が少ないときには、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_{ia}$ で入

力される光信号をそれぞれ電気信号に変換する光/電気変換部の拡張単位68Aと、電気スイッチ部70から出力された電気信号を波長 $\lambda_1 \sim \lambda_a$ の光信号に変換する電気/光変換部の拡張単位72Aとを用意する。そして、これらを増設単位とし、入力波長が $\lambda_{2ia}, \lambda_{3ia}, \dots, \lambda_n$ まで増えていくのに従って、これに対応して光/電気変換部の拡張単位68Aを順次追加するとともに、 $\lambda_{a+1} \sim \lambda_{2a}, \lambda_{2a+1} \sim \lambda_{3a}, \dots, \lambda_n$ までの波長に変換する電気/光変換部の拡張単位72Aを順次追加していく。これにより、システムの初期サイズ及びコストを抑えることができる。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

【補正内容】

【0040】図18及び図20は本発明による光クロスコネクタ装置において波長に対する拡張性を持たせた入力インタフェースの実施形態を示すブロック図である。ここでは、図16に示される実施形態において、光/電気変換・電気信号分離部74及び電気/光変換・電気信号多重部78の構成単位として図18に示される拡張単位74A及び拡張単位78Aを用いているように、図19において、光/電気変換・電気信号分離・電気/光変換部80及び光/電気変換・電気信号多重・電気/光変換部84のそれぞれの構成単位として図20に示される拡張単位80A及び84Aを用いている。この実施形態によっても、図18に示される実施形態と同様にして、システムの初期サイズ及びコストを抑えることができる。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0057

【補正方法】変更

【補正内容】

【0057】トラフィックが各対地毎にm倍になると、各光伝送路の脇に示した波長数がそれぞれm倍になる。従って、 $m=8$ とした場合、第13ノード（光コネクタ装置）に注目すると、図36に示すように、入力及び出力伝送路の各々の数は3、波長数は160、また、局内のチャネル数は112（ $=8 \times 14$ ）となる。尚、図36は図35に示されるシステムに適用可能な光クロスコネクタ装置を表しており、この装置は図22の実施形態に対応している。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0066

【補正方法】変更

【補正内容】

【0066】（付記7）複数の光クロスコネクタ装置を光伝送路で接続してなるシステムであって、上記光ク

ロスコネクタ装置の少なくともひとつは、 k (k は $1 \leq k$ を満たす整数)個の第1の波長分離部であって、その各々は互いに異なる波長を有する n (n は $1 \leq n$ を満たす整数)個の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光を供給されて、 n 個の光信号に分離する第1の波長分離部と、 k 個の波長群生成部であって、その各々は上記各第1の波長分離部から出力された n 個の光信号を供給されて、各々 m (m は $1 \leq m$ を満たす整数)個の複数の対応する波長を有する i (i は $n = im$ を満たす整数)個の波長群を生成する波長群生成部と、 ik 個の第1の波長多重部であって、その各々は上記各波長群生成部から出力された各波長群を供給されて、上記各波長群を波長分割多重してその結果得られたWDM波長群を出力する第1の波長多重部と、少なくともそれぞれ ik 個の入力ポート及び出力ポートを有し、上記入力及び出力ポート間で上記WDM波長群をルーティングするルーティング部と、 ik 個の第2の波長分離部であって、その

各々は上記ルーティング部の各出力ポートから出力された上記WDM波長群を供給されて、 m 個の波長を有する波長群を出力する第2の波長分離部と、 kn 個の波長交換部であって、その各々は上記第2の波長分離部から出力された上記波長群の各光信号を上記WDM信号光に対応するように波長交換する波長交換部と、 k 個の第2の波長多重部であって、その各々は上記波長交換部から出力された n 個の光信号を波長分割多重してその結果得られたWDM信号光を出力する第2の波長多重部とを備えているシステム。

【手続補正15】

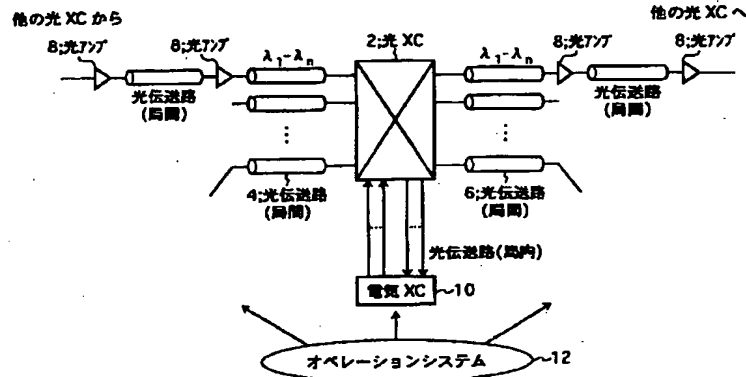
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図1

【補正方法】変更

【補正内容】

【図1】



【手続補正16】

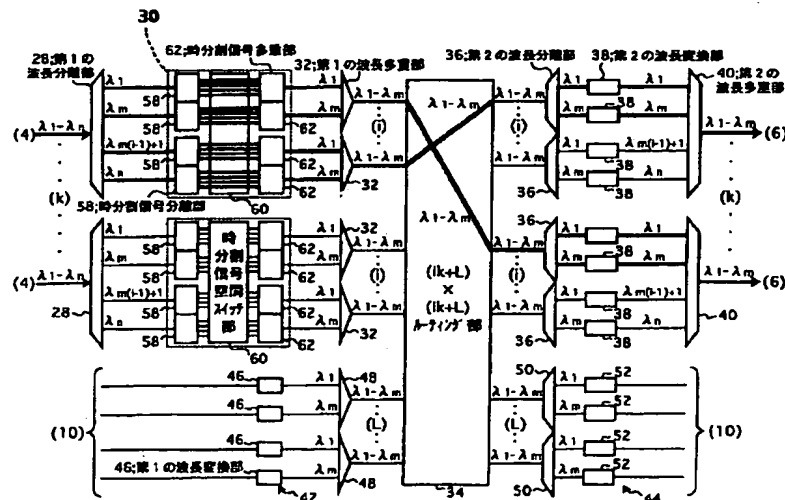
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図8

【補正方法】変更

【補正内容】

【図8】



【手続補正17】

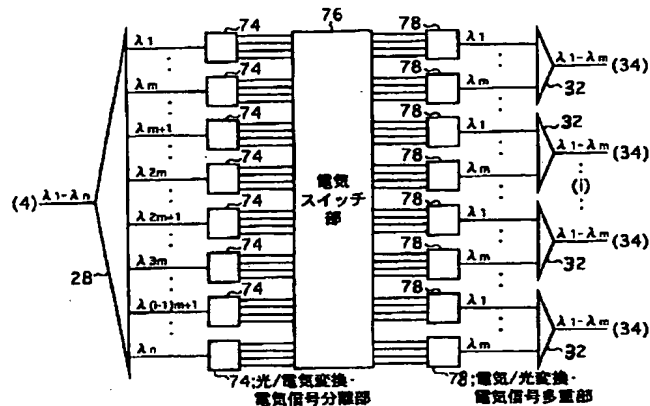
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図16

【補正方法】変更

【補正内容】

【図16】



【手続補正18】

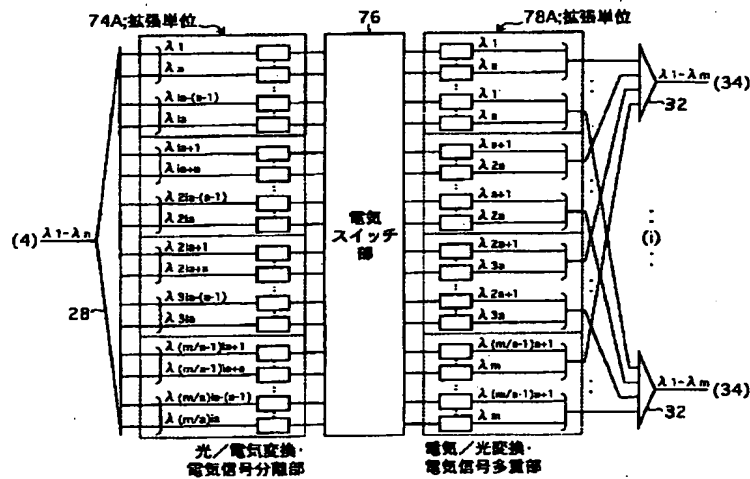
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図18

【補正方法】変更

【補正内容】

【図18】



【手続補正19】

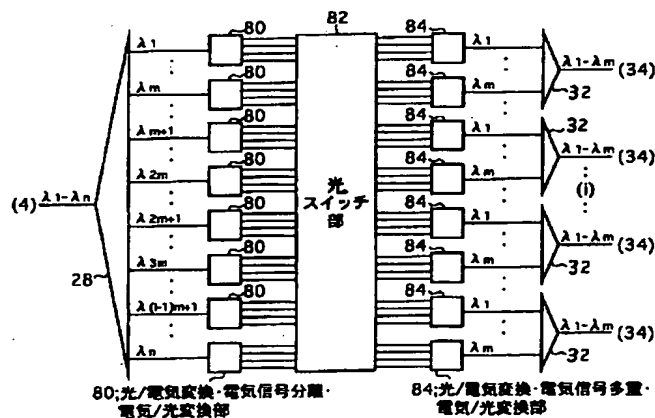
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図19

【補正方法】変更

【補正内容】

【図19】



【手続補正20】

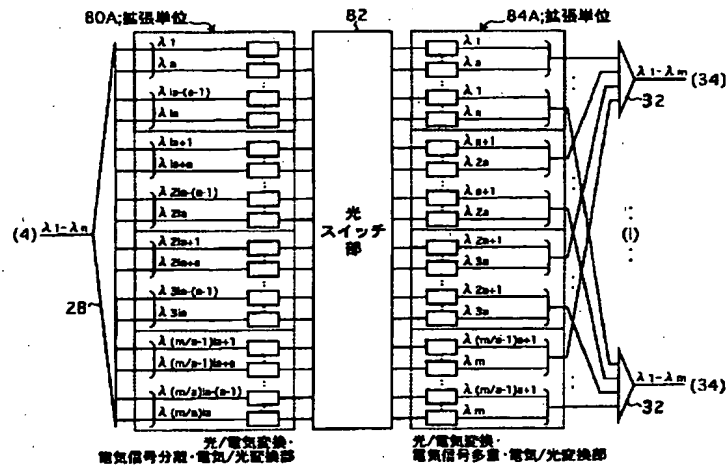
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図20

【補正方法】変更

【補正内容】

【図20】



【手続補正21】

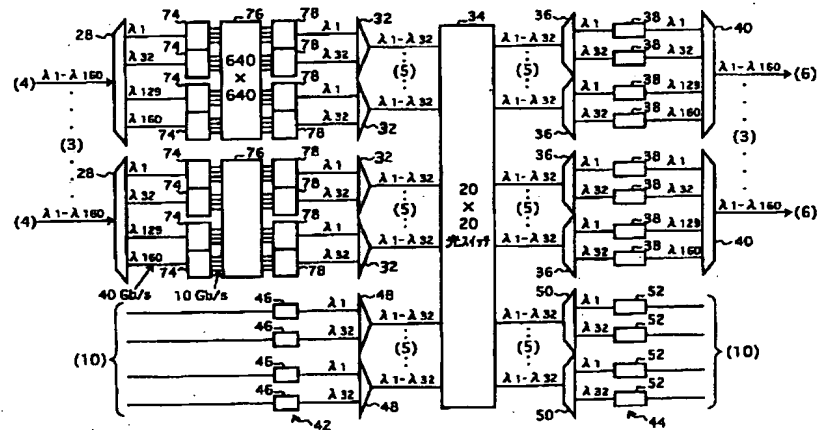
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図25

【補正方法】変更

【補正内容】

【図25】



【手続補正22】

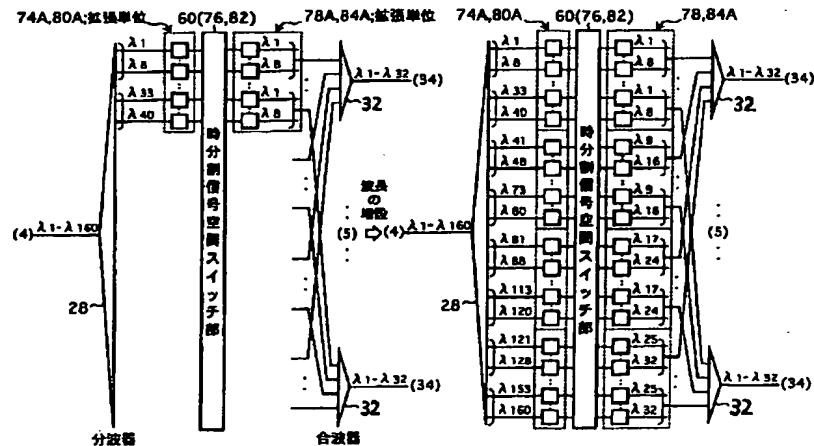
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図29

【補正方法】変更

【補正内容】

【図29】



フロントページの続き

(72)発明者 中島 一郎

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番

1号 富士通株式会社内

(72)発明者 前田 卓二

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番

1号 富士通株式会社内

(72)発明者 片桐 徹

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番

1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 5K002 AA01 AA03 BA05 BA06 DA02

EA33 FA01

5K069 AA13 BA09 CB10 DB33 EA24

EA25 EA26

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.